

## **BAB IV**

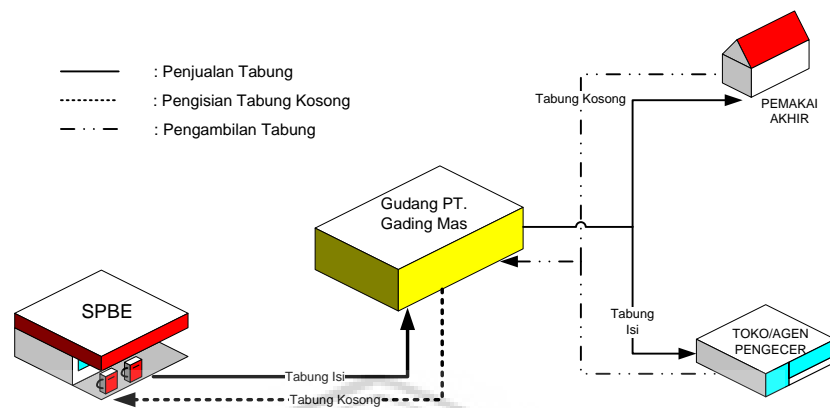
### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Diskripsi umum Perusahaan**

PT Gading Mas Indah merupakan salah satu distributor resmi LPG yang berada di daerah Malang yang mendistribusikan LPG untuk daerah Malang Kota. Produk yang dijual dari PT Gading Mas Indah adalah Gas LPG yang berukuran 3 Kg, 5,5 kg, 12 Kg, dan 50 Kg. PT Gading Mas memiliki kendaraan – kendaraan yang berguna untuk proses distribusi ke toko maupun pengisian ulang tabung gas LPG di SPBE (stasiun pengisian bahan bakar LPG) untuk persediaan di gudang PT Gading Mas Indah. Untuk proses pendistribusian di wilayah pemasarannya maka PT Gading mas memiliki kendaraan – kendaraan untuk pendistribusiannya. Kendaraan yang dimiliki oleh PT Gading Mas adalah *truck* besar, *truck* tronton, *truck* biasa, suzuki *pick up*, dan L300. Untuk LPG 3 Kg pendistribusiannya menggunakan L300 sebanyak 2 kendaraan dengan kapasitas angkut maksimalnya adalah sebanyak 160 tabung untuk sekali jalan. Bahan bakar yang digunakan adalah premium.

Dalam distribusi LPG 3 kg dari agen ke pangkalan juga menggunakan sistem distribusi tertutup artinya satu pangkalan hanya boleh dipasok oleh satu agen saja. LPG 3 kg merupakan produk subsidi sehingga harus diawasi dalam distribusinya. PT Pertamina bersama dengan jajaran yang lainnya telah merancang sistem untuk memonitoring penyaluran LPG mulai dari SPBE sampai pangkalan. Di level pangkalan, setiap pemilik harus mengisi log book Pangkalan dengan transaksi penjualan yang telah mereka lakukan. Selanjutnya pada akhir bulan, log book tersebut harus diserahkan ke agen mereka masing-masing untuk direkap. Pihak agen akan membuat laporan realisasi penyaluran LPG ke sub penyalur/pangkalan.

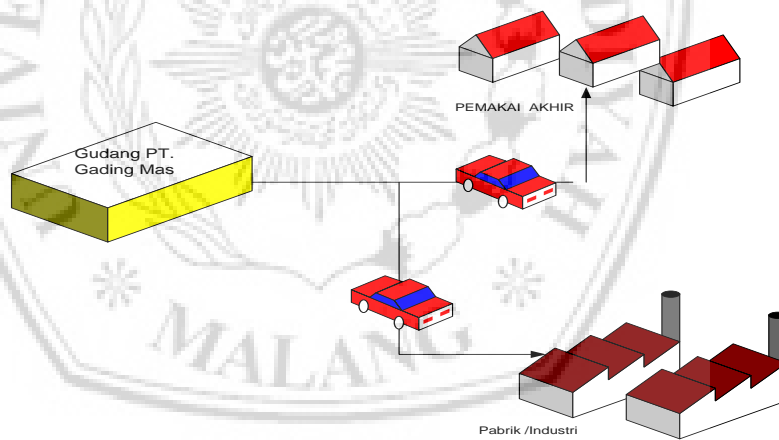
Sistem distribusi PT Gading Mas secara umum dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4.1. Sistem Distribusi PT Gading Mas

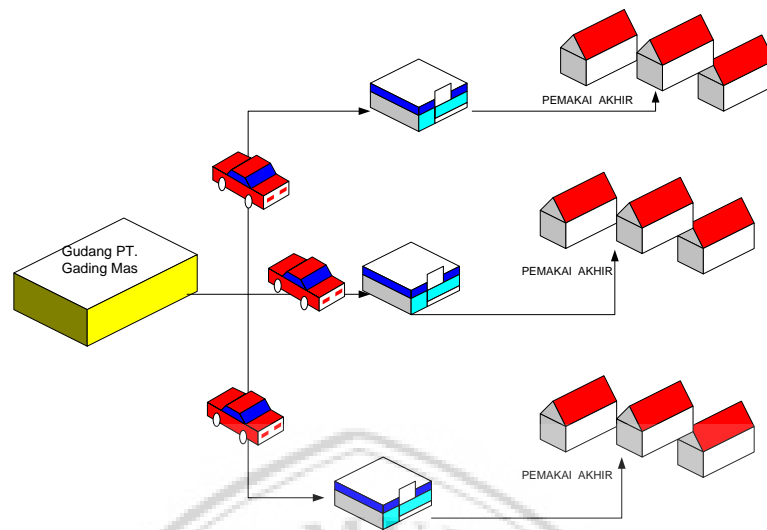
Sistem distribusi PT. Gading Mas ke pelanggannya terbagi menjadi 2 yakni :

a. Sistem distribusi langsung ke konsumen akhir (Pemasak)



Gambar 4.2 Sistem Distribusi Langsung ke Konsumen Akhir

b. Sistem distribusi melalui agen LPG (tidak langsung)



Gambar 4.3 Sistem Distribusi melalui Agen Pengecer

c. Standar penyusunan sesuai peraturan yang telah dikeluarkan PERTAMINA

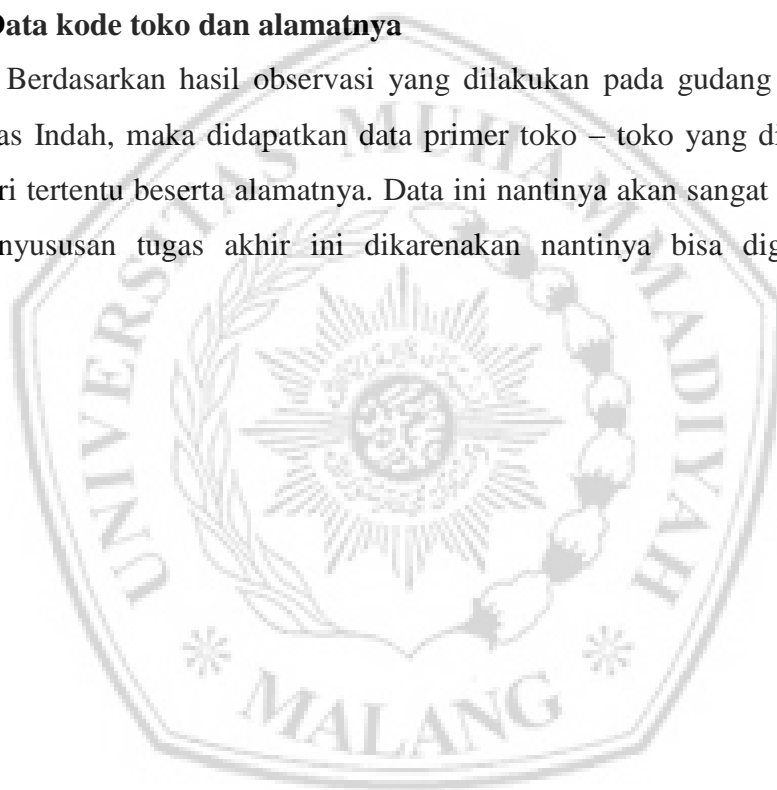
1. Penyusunan tabung harus dikelompokkan sesuai dengan kapasitasnya.
2. Handling tabung-tabung kosong maupun berisi harus diperlakukan sama.
3. Tabung harus disusun tegak dengan memperhatikan :
  - Tabung isi maupun kosong kapasitas 50 Kg tidak boleh ditumpuk
  - Tabung isi maupun kosong kapasitas 12 Kg ditumpuk maksimum dua susun.
  - Tabung isi maupun kosong kapasitas 3 Kg ditumpuk maksimum empat susun
4. Agar mudah menghitungnya jumlah tabung setiap baris dalam kelompok harus dibuat sama.
5. Tabung dilarang untuk ganjal dan tempat duduk.

## **4.2 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan di distributor LPG Malang, Jalan Susanto 1D Ciptomulyo Sukun Kota Malang Jawa Timur. Data yang diambil adalah data permintaan LPG, data wilayah distribusi, data jarak distribusi, data rute pengiriman serta data yang menyangkut biaya dalam sistem distribusi. Data tersebut didapatkan dengan cara pengamatan langsung, wawancara dengan beberapa karyawan dan data sekunder dari perusahaan.

### **4.2.1 Data kode toko dan alamatnya**

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada gudang di PT Gading Mas Indah, maka didapatkan data primer toko – toko yang dikunjungi pada hari tertentu beserta alamatnya. Data ini nantinya akan sangat berguna dalam penyusunan tugas akhir ini dikarenakan nantinya bisa digunakan untuk



menghitung matriks jarak baik dari gudang ke toko – toko adan jarak antar toko.  
Berikut data toko dan alamat pada *cluster* 1 dan 2.

Tabel 4.1 Data kode toko dan alamat *cluster* 1 dengan kendaraan 1

No	Kode	Alamat
1.	T1	Jl Klayatan I No. 5
2.	T2	Jl J.A Suprpto II
3.	T3	Jl Bareng Tengah 5 B
4.	T4	Jl Kaliurang
5.	T5	Jl J.A Suprpto II B
6.	T6	Jl Zaenal Arifin No.32
7.	T7	Jl D. Sentani
8.	T8	Jl Warinoi
9.	T9	Jl Batu Amaril
10.	T10	Jl D. Sentani Raya
11.	T11	Jl Kemantren Gg II
12.	T12	Jl Widas
13.	T13	Jl Mergan
14.	T14	Jl Candi Klaseman II C
15.	T15	Jl Klayatan Gg I C
16.	T16	Jl Candi Blok II A
17.	T17	Jl Bendungan Sutami

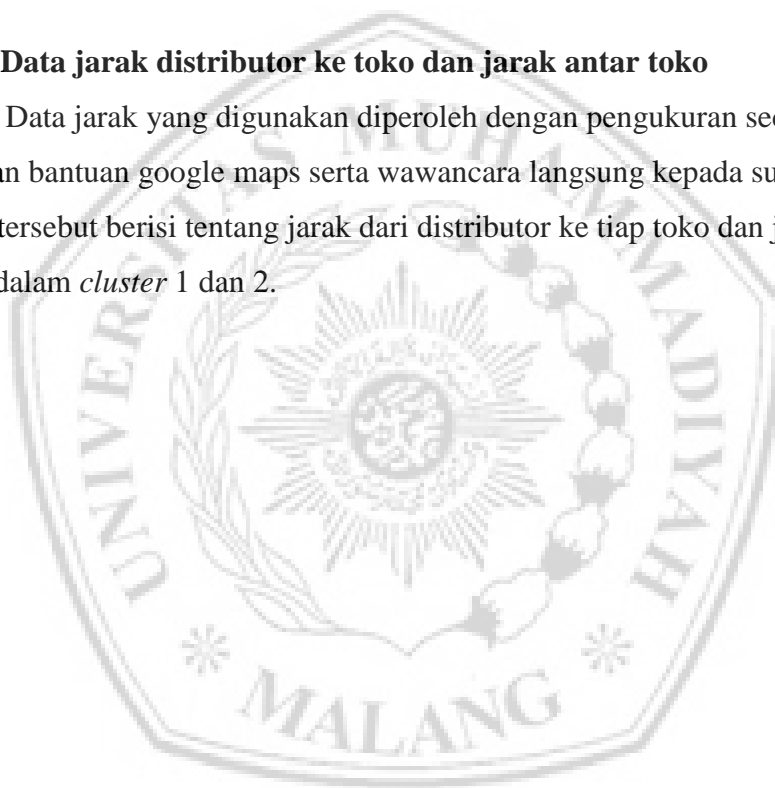
Tabel 4.2 Data kode toko dan alamat *cluster* 2 dengan kendaraan 2

No	Kode	Alamat
1.	T18	Jl Raya Candi II No. 323
2.	T19	Jl Raya Candi II No.4
3.	T20	Jl Bareng Tengah 5 G
4.	T21	Gg Waru 1 Karangbesuki
5.	T22	Jl Candi VI B No 79

6.	T23	Jl Raya Candi V No 140
7.	T24	Jl Ki Ageng Gribig Gg 5
8.	T25	Jl Juanda No 41
9.	T26	Jl Ki Ageng Gribig
10.	T27	Jl Terusan Ksatrian
11.	T28	Jl Ki Ageng Gribig Gg Sate
12.	T29	Jl Juki Mulyorejo

#### 4.2.2 Data jarak distributor ke toko dan jarak antar toko

Data jarak yang digunakan diperoleh dengan pengukuran secara langsung dengan bantuan google maps serta wawancara langsung kepada supir kendaraan. Data tersebut berisi tentang jarak dari distributor ke tiap toko dan jarak antar toko dalam *cluster* 1 dan 2.



Tabel 4.3 Data matriks jarak pada *cluster* 1 satuan (km)

	D	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17
D	0																	
T1	1,52	0																
T2	3,49	4,35	0															
T3	2,1	2,52	1,96	0														
T4	3,46	4,54	0,2	2,11	0													
T5	3,4	4,27	0,09	1,85	0,28	0												
T6	1,59	2,88	2,06	1,64	2,23	1,98	0											
T7	4,34	6,15	3,79	4,76	3,84	3,8	3,22	0										
T8	3,74	5,16	2,18	3,4	2,17	2,15	2,2	1,7	0									
T9	5,48	6,87	3,15	4,91	3,1	3,21	3,95	2,35	1,78	0								
T10	4,4	5,88	3,95	4,8	3,94	3,87	3,3	0,1005	1,78	2,46	0							
T11	1,81	16,19	13,3	14,77	13,2	13,31	13,45	10,27	11,37	10,12	10,13	0						
T12	3,96	5,21	1,84	3,37	1,81	1,92	2,38	2,15	0,482	1,52	2,3	11,38	0					
T13	1,25	1,09	3,28	1,45	3,47	3,28	2	3,25	4,25	5,91	5,28	15,42	4,36	0				
T14	4,15	4,15	2,34	1,99	2,35	2,31	3,43	6,05	4,4	5,39	6,16	15,54	4,16	3,21	0			
T15	1,56	0,05845	4,39	2,57	4,6	4,4	2,93	5,91	5,18	6,9	5,94	16,16	5,32	1,12	4,19	0		
T16	4,15	4,2	2,45	2,09	2,42	2,44	3,54	6,14	4,53	5,52	6,21	15,7	4,27	3,25	0,106	4,22	0	
T17	4,23	4,44	2,03	2,11	2,01	2,02	3,38	5,8	4,15	5,05	5,9	15,25	3,88	3,4	0,442	4,44	0,538	0

Tabel 4.4 Data matriks jarak pada *cluster* 2 satuan (km)

	D	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
D	0												
T1	4,11	0											
T2	3,81	0,36	0										
T3	2,01	2,12	1,81	0									
T4	5,17	1,1	1,12	3,19	0								
T5	5,47	1,42	1,78	3,15	0,33	0							
T6	5,21	1,21	1,57	3,25	0,22	0,34	0						
T7	4,19	6,24	5,86	4,73	7,21	7,55	7,41	0					
T8	1,67	4,68	3,75	2,22	5,25	5,52	5,31	2,6	0				
T9	3,47	5,77	5,41	4,11	6,85	7,18	6,97	0,76	2	0			
T10	2,56	4,01	3,66	2,46	4,95	5,38	5,14	2,26	0,95	1,83	0		
T11	3,98	6,1	5,75	4,59	7,16	7,48	7,32	0,18	2,49	0,58	2,18	0	
T12	3,7	2,91	2,95	2,75	3,3	3,51	3,15	7,39	4,83	0,75	5,27	7,24	0

#### 4.2.3 Data historis jumlah pengiriman pada masing – masing toko

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada gudang di PT Gading Mas Indah, maka didapatkan data jumlah permintaan dan frekuensi kunjungan serta jadwal kunjungan untuk masing – masing toko. Data ini akan digunakan untuk pengelompokan yang akan diselesaikan dengan menggunakan *software* Lingo. Berikut data toko dan alamat pada *cluster* 1 dan 2.

Tabel 4.5 Data jumlah pengiriman *cluster* 1

No	Kode	Total permintaan (tabung per minggu)	Frekuensi pengiriman per minggu	Jadwal Kunjungan
1.	T1	100	2	Senin, Kamis
2.	T2	100	2	Senin, Kamis



3.	T3	100	2	Senin, Kamis
4.	T4	100	2	Senin, Kamis
5.	T5	100	2	Senin, Kamis
6.	T6	100	2	Senin, Kamis
7.	T7	100	2	Selasa, Jum'at
8.	T8	100	2	Selasa, Jum'at
9.	T9	100	2	Selasa, Jum'at
10.	T10	100	2	Selasa, Jum'at
11.	T11	100	2	Selasa, Jum'at
12.	T12	100	2	Selasa, Jum'at
13.	T13	90	2	Rabu, sabtu
14.	T14	120	2	Rabu, sabtu
15.	T15	100	2	Rabu, sabtu
16.	T16	110	2	Rabu, sabtu
17.	T17	160	2	Rabu, sabtu

Tabel 4.6 Data jumlah pengiriman *cluster 2*

No.	Kode	Total permintaan (tabung per minggu)	Frekuensi pengiriman per minggu	Jadwal Kunjungan
1.	T18	210	3	Senin, Rabu, Jumat
2.	T19	120	3	Senin, Rabu, Jumat
3.	T20	120	3	Senin, Rabu, Jumat
4.	T21	150	3	Senin, Rabu, Jumat
5.	T22	180	3	Senin, Rabu, Jumat
6.	T23	120	3	Senin, Rabu, Jumat
7.	T24	150	3	Selasa, Kamis, Sabtu
8.	T25	150	3	Selasa, Kamis, Sabtu

9.	T26	150	3	Selasa, Kamis, Sabtu
10.	T27	150	3	Selasa, Kamis, Sabtu
11.	T28	120	3	Selasa, Kamis, Sabtu
12.	T29	180	3	Selasa, Kamis, Sabtu

#### 4.2.4 Rute awal perusahaan

Data Rute awal perusahaan yang digunakan diperoleh dengan pengukuran secara langsung dengan bantuan google maps serta wawancara langsung kepada supir kendaraan. Data tersebut berisi tentang hari kunjungan, rute kunjungan dan total jarak dari distributor ke semua toko yang dikunjungi sesuai dengan frekuensi kunjungan yang telah ditentukan perusahaan sebelumnya pada *cluster* 1 dan 2.

Rute Awal Cluster 1	Rute Awal Cluster 2
---------------------	---------------------

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Hari senin pada trip ke 1} &= D - T4 - T6 - T2 - D \\
 &= 3,46 + 2,23 + 2,06 + 3,49 \\
 &= 11,24 \text{ km}
 \end{aligned}$$

Total jarak tempuh keseluruhan awal perusahaan 359,41 km. Dari jarak rute awal perusahaan selanjutnya dapat digunakan untuk menghitung biaya transportasi awal perusahaan untuk kendaraan 1 dan 2 per minggunya.

### 4.3 Pengolahan Data

Pada sub bab pengolahan data terdapat beberapa permasalahan yang harus diselesaikan diantaranya yaitu perhitungan matriks biaya transportasi, perhitungan biaya transportasi awal perusahaan, penentuan jumlah pengiriman sesuai dengan frekuensi kunjungan, penugasan toko ke hari kunjungan, penentuan rute kunjungan pada masing-masing toko serta membandingkan biaya transportasi yang terkecil yang dapat diterapkan oleh perusahaan.

#### 4.3.1 Perhitungan Matriks Biaya Transportasi

Perhitungan matriks biaya transportasi didapatkan dari perkalian antara total jarak tempuh dikalikan dengan km/liter bahan bakar yang digunakan dikalikan dengan biaya/liter bahan bakarnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.8 sampai dengan tabel 4.10 berikut ini :

Tabel 4.8 Konsumsi bahan bakar per km

Kendaraan	Konsumsi bahan bakar(km/liter)
1	5 km/liter
2	5 km/liter

Harga bahan bakar 1 Liter = 7600

Tabel 4.9 Matrik biaya transportasi pada *cluster* 1

Matrik Biaya Transportasi pada <i>Cluster</i> 1							
	D	T1	T2	T3	T4	T5	T6
D	0	Rp 15	Rp 35	Rp 21	Rp 35	Rp 34	Rp 16
	D	T7	T8	T9	T10	T11	T12

D	0	Rp 44	Rp 38	Rp 56	Rp 45	Rp 18	Rp 40
	D	T13	T14	T15	T16	T17	
D	0	Rp 13	Rp 42	Rp 16	Rp 42	Rp 43	

Tabel 4.10 Matrik biaya transportasi pada *cluster 2*

Matrik Biaya Transportasi pada <i>Cluster 2</i>							
	D	T1	T2	T3	T4	T5	T6
D	0	Rp 42	Rp 39	Rp 20	Rp 52	Rp 55	Rp 53
	D	T7	T8	T9	T10	T11	T12
D	0	Rp 42	Rp 17	Rp 35	Rp 26	Rp 40	Rp 37

Dari tabel 4.8 biaya transportasi dapat diperoleh dari:

$$= \frac{\text{jarak distributor ke toko (km)} \times \frac{1(l)}{5(km)} \times \frac{Rp 7.600}{(l)}}{\text{kapasitas kendaraan}}$$

Contoh perhitungan biaya transportasi dari depot ke T1 pada cluster 1

$$= \frac{1,52(km) \times \frac{1(l)}{5(km)} \times \frac{Rp 7.600}{(l)}}{150 \text{ tabung}}$$

$$= Rp 15/\text{tabung}$$

Cara yang sama dilakukan untuk menghitung biaya transportasi antar toko pada *cluster 1* dan *cluster 2*.

#### 4.3.2 Perhitungan Biaya Operasional Awal Perusahaan

Biaya operasional dalam penelitian ini meliputi biaya perawatan, biaya pajak, biaya kir, biaya bahan bakar, biaya tenaga kerja, dan biaya tak terduga. Biaya perawatan didapatkan dari berapa kali dalam setahun perusahaan melakukan perawatan untuk kendaraan dikalikan dengan biaya yang dikeluarkan per perawatannya kemudian dibagi dengan banyaknya minggu dalam setahun. Biaya kir didapatkan dari total dalam setahun melakukan pengujian kir x biaya yang dikeluarkan untuk uji kir per sekali uji kemudian dibagi dengan banyaknya minggu dalam setahun. Biaya bahan bakar dihitung dari total jarak dalam seminggu dikalikan dengan biaya bahan bakar dibagi dengan konsumsi bahan

bakar per km. Dari jarak rute awal perusahaan selanjutnya dapat digunakan untuk menghitung biaya transportasi awal perusahaan untuk kendaraan *cluster* 1 dan *cluster* 2 per minggunya, yang sudah diketahui konsumsi bahan bakarnya per km pada tabel 4.8. Biaya tak terduga digunakan apabila dalam perjalanan pengiriman ke toko-toko terjadi ban bocor atau hal lainnya yang tidak bisa diprediksi sebelumnya. Dari penjelasan diatas maka perhitungan biaya operasional serta energi yang dikeluarkan oleh kendaraan dalam seminggu dapat dihitung sebagai berikut :

1. Energi yang dikeluarkan oleh semua kendaraan didapatkan

$$= \text{Total jarak (km)} \times \frac{1(l)}{5 \text{ (km)}}$$

$$= 379,61 \text{ km} \times \frac{1(l)}{5 \text{ (km)}} = 75,92 \text{ liter}$$

2. Biaya Perawatan

Biaya yang harus dikeluarkan untuk perawatan mobil suzuki pickup untuk mengangkut LPG 3 Kg :

$$= \text{total perawatan dalam 1 tahun} \times \text{biaya per sekali perawatan}$$

$$= 4 \times \text{Rp } 200.000 = \text{Rp } 800.000/\text{tahun} = \text{Rp } 16.700/\text{minggu}$$

$$\text{Total biaya 2 kendaraan} = \text{Rp } 16.700 \times 2 = \text{Rp } 33.400/\text{minggu}.$$

Biaya perawatan diata meliputi biaya penggantian pelumas mesin, pemeriksaan accu, air pendingin, baut pengikat pompa, baut kopling dan lain-lain. Dengan adanya perawatan untuk kendaraan maka kendaraan akan selalu dalam keadaan baik sehingga kemungkinan kecil akan terjadi hal-hal yang tidak diinginkan.

3. Biaya Pajak

Biaya pajak yang harus dibayar untuk suzuki pick up sebesar Rp 653.000 untuk masing-masing kendaraan sehingga perhitungannya :

$$\text{Biaya Pajak} = \text{Biaya pajak dalam satu tahun} : 48 \text{ minggu}$$

$$= \text{Rp } 653.000 : 48 \text{ minggu}$$

$$= \text{Rp } 13.700/ \text{minggu} \times 2 \text{ kendaraan} = \text{Rp } 27.400/\text{minggu}$$

#### 4. Biaya Kir

Biaya kir yang harus dikeluarkan oleh perusahaan berdasarkan tarif pada wilayah malang sebesar Rp 60.500 per 6 bulan. Sehingga biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan :

$$\text{Biaya Kir} = \text{Rp } 60.500 \times 2 = \text{Rp } 121.000 / \text{tahun} = \text{Rp } 2.600 / \text{minggu}$$

$$\text{Total biaya untuk 2 kendaraan} = \text{Rp } 2.600 / \text{minggu} \times 2 = \text{Rp } 5.200 / \text{minggu}$$

#### 5. Biaya Bahan Bakar

Kendaraan *Cluster 1*

$$= \text{Total jarak (km)} \times \frac{1(l)}{5 \text{ (km)}} \times \frac{(\text{Rp } 7.600)}{(l)}$$

$$= 167,87 \text{ km} \times \frac{1(l)}{5 \text{ (km)}} \times \frac{(\text{Rp } 7.600)}{(l)}$$

$$= \text{Rp } 255.162,4 / \text{minggu}$$

Kendaraan *Cluster 2*

$$= \text{Total jarak (km)} \times \frac{1(l)}{5 \text{ (km)}} \times \frac{(\text{Rp } 7.600)}{(l)}$$

$$= 211,75 \text{ km} \times \frac{1(l)}{5 \text{ (km)}} \times \frac{(\text{Rp } 7.600)}{(l)}$$

$$= \text{Rp } 321.860 / \text{minggu}$$

Total biaya bahan bakar keseluruhan

$$= \text{Total biaya transportasi kendaraan cluster 1} + \text{Total biaya transportasi kendaraan cluster 2}$$

$$= \text{Rp } 255.162,4 / \text{minggu} + \text{Rp } 321.860 / \text{minggu} = \text{Rp } 577.022 / \text{minggu}.$$

#### 6. Perhitungan biaya tenaga kerja didapatkan dari perkalian antara jumlah tenaga kerja dengan jumlah hari kerja per minggu dikalikan dengan biaya tenaga kerja per minggu, sehingga diperoleh perhitungannya sebagai berikut :

$$= \text{Jumlah tenaga kerja} \times \text{hari kerja/minggu} \times \text{biaya tenaga kerja/minggu}$$

$$= 4 \times 6 \times \text{Rp } 95.0000$$

$$= \text{Rp } 2.280.000 / \text{minggu}$$

Dari semua perhitungan diatas, maka didapatkan total biaya operasional awal perusahaan adalah :



$$\begin{aligned}
&= \text{Biaya perawatan} + \text{Biaya pajak} + \text{Biaya kir} + \text{Biaya bahan bakar} + \text{Biaya} \\
&\quad \text{tenaga kerja} + \text{Biaya lain-lain} \\
&= \text{Rp } 33.400/\text{minggu} + \text{Rp } 27.400/\text{minggu} + \text{Rp } 2.600/\text{minggu} + \text{Rp } \\
&\quad 577.022,4/\text{minggu} + \text{Rp } 2.280.000 / \text{minggu} + \text{Rp } 180.000/\text{minggu} \\
&= \text{Rp } 3.100.422,4/\text{minggu}
\end{aligned}$$

#### 4.3.3 Penentuan jumlah pengiriman sesuai dengan frekuensi kunjungan

Penentuan jumlah pengiriman untuk masing – masing toko menggunakan formulasi (3.4). Jumlah pengiriman untuk masing – masing toko yaitu sama untuk setiap kali kunjungannya. Adapun panjang periode di dalam penelitian ini adalah selama 6 hari, dan frekuensi kunjungan yang ditetapkan adalah 2, 3, dan 6. Sebagai contoh perhitungan jumlah pengiriman tabung LPG ke pada T1 *cluster* 1 sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
q_i &= \frac{D_i}{f} \\
&= \frac{100}{2} = 50
\end{aligned}$$

Dari perhitungan  $q_i$  diatas maka didapatkan jumlah pengiriman untuk T1 pada *cluster* 1 sebesar 50 dengan frekuensi kunjungannya sebanyak 2 kali. Apabila jumlah permintaan ( $q_i$ ) ada yang menghasilkan bilangan desimal, tetapi pengiriman tidak memungkinkan dengan bilangan desimal maka harus dilakukan pembulatan keatas. Cara yang sama dilakukan pada masing-masing toko seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.11. pada tabel 4.11 peneliti menggabungkan semua toko menjadi satu yng nantinya akan digunakan dalam set data pada *clustering* toko yang dilakukan dengan menggunakan software lingo.

Tabel 4.11 Data jumlah pengiriman ke semua toko dalam satu minggu

No	Kode	Total permintaan (tabung per minggu)	Jumlah pengiriman		
			f = 2	f = 3	f = 6
1.	T1	100	50	33	16

2.	T2	100	50	33	16
3.	T3	100	50	33	16
4.	T4	100	50	33	16
5.	T5	100	50	33	16
6.	T6	100	50	33	16
7.	T7	100	50	33	16
8.	T8	100	50	33	16
9.	T9	100	50	33	16
10.	T10	100	50	33	16
11.	T11	100	50	33	16
12.	T12	100	50	33	16
13.	T13	90	45	30	15
14.	T14	120	60	40	20
15.	T15	100	50	33	16
16.	T16	110	55	37	18
17.	T17	160	80	53	27
18.	T18	210	105	70	35
19.	T19	120	60	40	20
20.	T20	120	60	40	20
21.	T21	150	75	50	25
22.	T22	180	90	60	30
23.	T23	120	60	40	20
24.	T24	150	75	50	25
25.	T25	150	75	50	25
26.	T26	150	75	50	25
27.	T27	150	75	50	25
28.	T28	120	60	40	20
29.	T29	180	90	60	30

#### 4.3.4 Penugasan Toko ke hari kunjungan

Masing – masing toko akan ditugaskan ke dalam satu, dua , tiga atau enam hari untuk kunjungannya berdasarkan frekuensi kunjungan yang telah disebutkan diatas. Dalam penugasan toko ke hari kunjungan ini akan menggunakan model matematis yang telah dikembangkan oleh Saputro dan Prihatina (2012) dengan penambahan fungsi pembatas *multiple trip* seperti pada persamaan 4.6. Sehingga diperoleh formulasi model penugasan toko ke hari kunjungan dengan *integer linear programming* seperti ditunjukkan dibawah ini :

$$\text{Minimize } TC \sum_{i \in I} \sum_{t \in T} \sum_{k \in K} c_i q_i x_{itkz} \quad (4.1)$$

Kendala - kendala:

$$\sum_{t \in T} y_{it} = f, i \in I \quad (4.2)$$

$$\sum_{r=\frac{m}{f_i}+t}^{\frac{m}{f_i}} y_{ir} = 1, t = 0, \dots, \left(m - \frac{m}{f_i}\right), i \in I \quad (4.3)$$

$$\sum_{i \in I} q_i x_{itkz} \leq C_k, t \in T, k \in K, z \in Z \quad (4.4)$$

$$\sum_{z \in Z} \sum_{k \in K} x_{itkz} - y_{itk} = 0, t \in T, i \in I \quad (4.5)$$

$$\sum_{i \in I} x_{itkz} \leq n, i \in I; t \in T; k \in K; z \in Z \quad (4.6)$$

$$y_{it}, x_{itkz} \in 0,1 \quad (4.7)$$

Dimana :

r = Kombinasi hari kunjungan

i = Toko, i = 1,2,3,4,...29

m = Panjang periode waktu

f = Frekuensi kunjungan, f = 2,3,6

t = Hari kunjungan, t = 1,2,...6

k = Kendaraan, k = 1,2

z = Jumlah trip, z = 0,1,2,3,...N dengan jumlah trip ditentukan oleh peneliti menggunakan *trial error*

q<sub>i</sub> = Jumlah produk yang dikirim ke toko i

C<sub>k</sub> = Kapasitas kendaraan k

c<sub>i</sub> = Biaya transportasi per unit dari distributor ke toko

Y<sub>it</sub> = Bernilai 1 jika toko i akan dikunjungi pada hari ke t

X<sub>itkz</sub> = Jika toko i dikunjungi pada hari ke t menggunakan kendaraan k pada trip z

Untuk memperoleh penugasan kendaraan ke hari kunjungan yang optimal, maka akan dibuat formulasi model dimana frekuensi dan jumlah trip akan dilakukan dengan menggunakan *trial error* sehingga didapatkan total biaya yang paling minimum dengan menggunakan bantuan *software* Lingo yang diterjemahkan terlebih dahulu kedalam bahasa Lingo.

#### 4.3.4.1 Pencarian Solusi dengan LINGO

Pencarian solusi penugasan toko ke hari kunjungan dilakukan dengan menggunakan *software* LINGO untuk mempermudah dan mempercepat pencarian solusi untuk masing masing *cluster*. *Script* LINGO untuk semua *cluster* adalah sama, perbedaannya hanya pada *SETS* Toko, data *COST* ( *c* ), dan *Demand* ( *d* ) yang menyesuaikan dengan toko pada masing – masing *cluster*. *Script* Lingo dari model penugasan dengan frekuensi 2 dan jumlah trip 3 adalah sebagai berikut :

```

MODEL:
!PENUGASAN HARI KUNJUNGAN UNTUK MASING-MASING TOKO ;

SETS:
TOKO/T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8 T9 T10 T11 T12 T13 T14 T15 T16 T17 T18
T19 T20 T21 T22 T23 T24 T25 T26 T27 T28 T29/: q,c;
KENDARAAN / mobil1 mobil2 /: KAPASITAS;
TRIP /trip1 trip2 trip3/;
HARI / 1 2 3 4 5 6 /;
TOKO_HARI (TOKO, HARI) :Y;
LINKS (TOKO,HARI,KENDARAAN,TRIP): X;
CONEXION (HARI,KENDARAAN,TRIP);
ENDSETS

DATA:
KAPASITAS = 150 150;
FREKUENSI = 2;
q = 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 50 45 60 50 55 80 105 60 60
75 90 60 75 75 75 60 90 ;
c = 15 35 21 35 34 16 44 38 56 45 18 40. 13 42 16 42 43 42 39 20 52 55 53 42 17 35 26 40 37 ;
ENDDATA

!Fungsi Tujuan;
MIN = @SUM (LINKS (I,T,K,Z) : c(I)*q(I)*X(I,T,K,Z));

!Frekuensi kunjungan untuk toko ke i ;
!CONSTRAIN 2;
@FOR (TOKO (I) :
@SUM (HARI (T) :Y (I,T))=FREKUENSI);

!kombinasi kunjungan ke setiap toko sesuai dengan frekuensi hari
kunjungannya;
!CONSTRAIN 3;
@FOR (TOKO (I) :
@SUM (HARI (R) |R #GE# 1 #AND# (R #LE# 3) :Y (I,R))=1);
@FOR (TOKO (I) :
@SUM (HARI (R) |R #GE# 2 #AND# (R #LE# 4) :Y (I,R))=1);
@FOR (TOKO (I) :
@SUM (HARI (R) |R #GE# 3 #AND# (R #LE# 5) :Y (I,R))=1);
@FOR (TOKO (I) :
@SUM (HARI (R) |R #GE# 4 #AND# (R #LE# 6) :Y (I,R))=1);

```

```

!Kapasitas kendaraan ;
!CONSTRAIN 4;
@FOR (CONEXION (T,K,Z) :
@SUM (LINKS (I,T,K,Z) : q(I) *X (I,T,K,Z)) <=KAPASITAS (k) ) ;

!Semua toko akan dikunjungi sesuai frekuensi dan kombinasi kunjungan yg
ditentukan;
!CONSTRAIN 5;
@FOR (TOKO_HARI (I,T) :
@SUM (LINKS (I,T,K,Z) : X (I,T,K,Z)) -Y (I,T)=0) ;

!Kendaraan dapat digunakan 3 kali dalam 1 hari dan akan berangkat dri
gudang;
!CONSTRAIN 6;
@FOR (toko(i) : @for (HARI (T) : @FOR (KENDARAAN (K) :
@sum (trip (z) : X (I,T,K,Z)) <=3))) ;

!CONSTRAIN 7;
@FOR (LINKS (I,T,K,Z) :
@BIN (X (I,T,K,Z))) ;

@FOR (TOKO_HARI (I,T) :
@BIN (Y (I,T))) ;
END

```

*Software Lingo* dilengkapi dengan modul yang dapat melihat hasil *generate*, contoh *generate* dengan frekuensi kunjungan 2 kali ( $f = 2$ ) dan 3 trip

a. Variabel keputusan :

$X(T1, 3, MOBIL2, TRIP3)$

T1 akan dikunjungi pada hari ke 3 oleh mobil 2 pada trip ke 3 akan bernilai 1 dan bernilai 0 jika tidak dikunjungi pada hari ke 3.

$X(T1, 6, MOBIL1, TRIP1)$

T1 akan dikunjungi pada hari ke 6 oleh mobil 1 pada trip ke 1 akan bernilai 1 dan bernilai 0 jika tidak dikunjungi pada hari ke 6.

Begitu seterusnya sampai dengan T29 yang akan dikunjungi pada hari beberapa oleh mobil apa dan pada trip beberapa.

b. Fungsi tujuan:

$$MIN = 750 X(T1, 3, MOBIL2, TRIP3) + 750 X(T1, 6, MOBIL1, TRIP1) + \dots + 3330 X(T29, 5, MOBIL2, TRIP3)$$

c. Fungsi Batasan :

$$1) Y(T1, 1) + Y(T1, 2) + Y(T1, 3) + Y(T1, 4) + Y(T1, 5) + Y(T1, 6) = 1$$

$$2) Y(T2, 1) + Y(T2, 2) + Y(T2, 3) + Y(T2, 4) + Y(T2, 5) + Y(T2, 6) = 1$$

.....

Konstrain 1-2 menjamin masing masing toko harus dilayani sebanyak frekuensi yang ditentukan yaitu 2.

$$3) X(T1, 3, MOBIL1, TRIP3) - Y(T1, 3) = 0$$

$$4) X(T1, 6, MOBIL1, TRIP2) - Y(T1, 6) = 0$$

.....

Konstrain3-4 menjamin masing masing toko dikunjungi pada hari yang sesuai dengan frekuensi yang telah ditentukan.

$$5) 50 X(T1, 3, MOBIL1, TRIP3) + 50 X(T1, 6, MOBIL1, TRIP2) + 50 X(T2, 1, MOBIL1, TRIP3) + 50 X(T2, 4, MOBIL1, TRIP1) + \dots + 105 X(T29, 5, MOBIL1, TRIP1) \leq 150 \text{ untuk setiap tripnya.}$$

Konstrain 5 merupakan jumlah dari masing - masing toko yang dikunjungi pada hari yang sesuai dengan frekuensi yang telah ditentukan tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan yaitu 150

Berikut ini adalah contoh output dari *software* Lingo pada frekuensi 2 dengan jumlah trip 3 pada masing – masing toko:

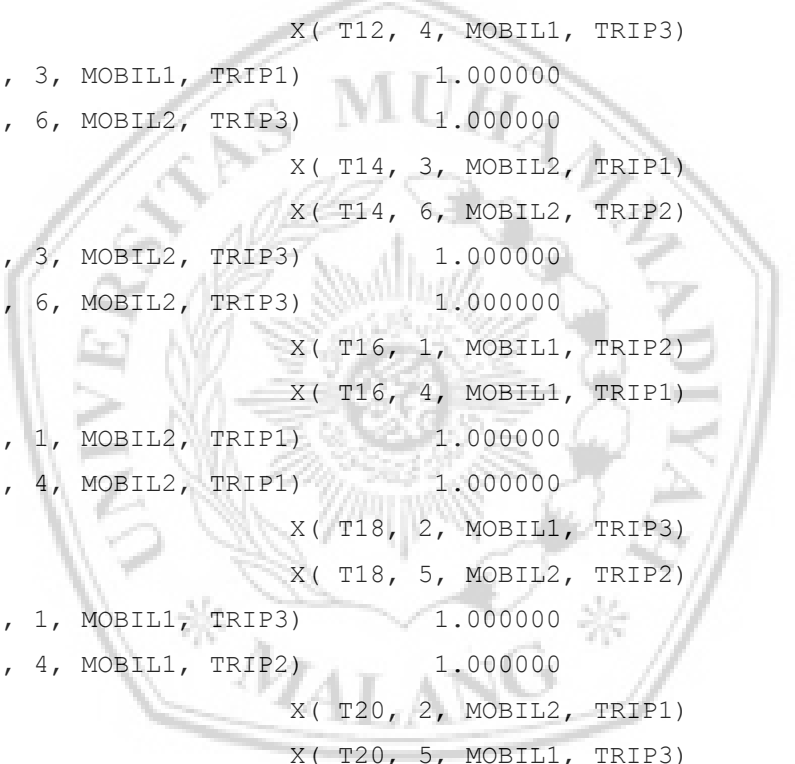
Global optimal solution found.

Objective value:	128430.0
Objective bound:	128430.0
Infeasibilities:	0.000000
Extended solver steps:	0
Total solver iterations:	828

Variable	Value		
FREKUENSI	2.000000		
KAPASITAS( MOBIL1)	150.0000		
KAPASITAS( MOBIL2)	150.0000		
Y( T1, 3)	1.000000	Y( T2, 1)	1.000000
Y( T1, 6)	1.000000	Y( T2, 4)	1.000000

Y( T3, 3)	1.000000	Y( T16, 4)	1.000000
Y( T3, 6)	1.000000	Y( T17, 1)	1.000000
Y( T4, 2)	1.000000	Y( T17, 4)	1.000000
Y( T4, 5)	1.000000	Y( T18, 2)	1.000000
Y( T5, 2)	1.000000	Y( T18, 5)	1.000000
Y( T5, 5)	1.000000	Y( T19, 1)	1.000000
Y( T6, 2)	1.000000	Y( T19, 4)	1.000000
Y( T6, 5)	1.000000	Y( T20, 2)	1.000000
Y( T7, 3)	1.000000	Y( T20, 5)	1.000000
Y( T7, 6)	1.000000	Y( T21, 3)	1.000000
Y( T8, 3)	1.000000	Y( T21, 6)	1.000000
Y( T8, 6)	1.000000	Y( T22, 2)	1.000000
Y( T9, 2)	1.000000	Y( T22, 5)	1.000000
Y( T9, 5)	1.000000	Y( T23, 1)	1.000000
Y( T10, 1)	1.000000	Y( T23, 4)	1.000000
Y( T10, 4)	1.000000	Y( T24, 2)	1.000000
Y( T11, 2)	1.000000	Y( T24, 5)	1.000000
Y( T11, 5)	1.000000	Y( T25, 1)	1.000000
Y( T12, 1)	1.000000	Y( T25, 4)	1.000000
Y( T12, 4)	1.000000	Y( T26, 1)	1.000000
Y( T13, 3)	1.000000	Y( T26, 4)	1.000000
Y( T13, 6)	1.000000	Y( T27, 2)	1.000000
Y( T14, 3)	1.000000	Y( T27, 5)	1.000000
Y( T14, 6)	1.000000	Y( T28, 3)	1.000000
Y( T15, 3)	1.000000	Y( T28, 6)	1.000000
Y( T15, 6)	1.000000	Y( T29, 2)	1.000000
Y( T16, 1)	1.000000	Y( T29, 5)	1.000000

X( T1, 3, MOBIL2, TRIP3)	1.000000		
X( T1, 6, MOBIL1, TRIP1)	1.000000		
	X( T2, 1, MOBIL1, TRIP1)	1.000000	
	X( T2, 4, MOBIL1, TRIP1)	1.000000	
X( T3, 3, MOBIL1, TRIP2)	1.000000		
X( T3, 6, MOBIL1, TRIP2)	1.000000		
	X( T4, 2, MOBIL1, TRIP2)	1.000000	
	X( T4, 5, MOBIL1, TRIP2)	1.000000	
X( T5, 2, MOBIL1, TRIP2)	1.000000		
X( T5, 5, MOBIL1, TRIP1)	1.000000		
	X( T6, 2, MOBIL1, TRIP2)	1.000000	
	X( T6, 5, MOBIL2, TRIP3)	1.000000	
X( T7, 3, MOBIL1, TRIP2)	1.000000		



X( T7, 6, MOBIL2, TRIP3)	1.000000	
	X( T8, 3, MOBIL1, TRIP1)	1.000000
	X( T8, 6, MOBIL1, TRIP3)	1.000000
X( T9, 2, MOBIL1, TRIP1)	1.000000	
X( T9, 5, MOBIL1, TRIP1)	1.000000	
	X( T10, 1, MOBIL1, TRIP1)	1.000000
	X( T10, 4, MOBIL1, TRIP3)	1.000000
X( T11, 2, MOBIL1, TRIP1)	1.000000	
X( T11, 5, MOBIL1, TRIP1)	1.000000	
	X( T12, 1, MOBIL1, TRIP1)	1.000000
	X( T12, 4, MOBIL1, TRIP3)	1.000000
X( T13, 3, MOBIL1, TRIP1)	1.000000	
X( T13, 6, MOBIL2, TRIP3)	1.000000	
	X( T14, 3, MOBIL2, TRIP1)	1.000000
	X( T14, 6, MOBIL2, TRIP2)	1.000000
X( T15, 3, MOBIL2, TRIP3)	1.000000	
X( T15, 6, MOBIL2, TRIP3)	1.000000	
	X( T16, 1, MOBIL1, TRIP2)	1.000000
	X( T16, 4, MOBIL1, TRIP1)	1.000000
X( T17, 1, MOBIL2, TRIP1)	1.000000	
X( T17, 4, MOBIL2, TRIP1)	1.000000	
	X( T18, 2, MOBIL1, TRIP3)	1.000000
	X( T18, 5, MOBIL2, TRIP2)	1.000000
X( T19, 1, MOBIL1, TRIP3)	1.000000	
X( T19, 4, MOBIL1, TRIP2)	1.000000	
	X( T20, 2, MOBIL2, TRIP1)	1.000000
	X( T20, 5, MOBIL1, TRIP3)	1.000000
X( T21, 3, MOBIL1, TRIP3)	1.000000	
X( T21, 6, MOBIL2, TRIP2)	1.000000	
	X( T22, 2, MOBIL2, TRIP2)	1.000000
	X( T22, 5, MOBIL2, TRIP1)	1.000000
X( T23, 1, MOBIL2, TRIP3)	1.000000	
X( T23, 4, MOBIL2, TRIP3)	1.000000	
	X( T24, 2, MOBIL2, TRIP3)	1.000000
	X( T24, 5, MOBIL1, TRIP3)	1.000000
X( T25, 1, MOBIL1, TRIP3)	1.000000	
X( T25, 4, MOBIL2, TRIP3)	1.000000	
	X( T26, 1, MOBIL1, TRIP2)	1.000000



	X( T26, 4, MOBIL1, TRIP2)	1.000000
X( T27, 2, MOBIL2, TRIP3)	1.000000	
X( T27, 5, MOBIL1, TRIP2)	1.000000	
	X( T28, 3, MOBIL1, TRIP3)	1.000000
	X( T28, 6, MOBIL1, TRIP2)	1.000000
X( T29, 2, MOBIL2, TRIP1)	1.000000	
X( T29, 5, MOBIL2, TRIP3)	1.000000	

Dari hasil output software Lingo diatas dapat diketahui bahwa *objective value*: 128.430, hal itu menunjukkan total biaya pengiriman dari distributor ke toko.  $X( T1, 3, MOBIL2, TRIP3) = 1$ , artinya T1 akan dikunjungi pada hari ke 3 dengan mobil 2 pada trip ke 3. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Cara yang sama dapat digunakan untuk mencari kombinasi hari kunjungan pada frekuensi kunjungan berikutnya yaitu frekuensi 3 dan frekuensi 6 dengan jumlah penentuan jumlah trip 3. Penentuan jumlah trip 3 didapatkan peneliti dengan menggunakan *trial error* dimana pada penggunaan trip 1 dan 2 tidak didapatkan hasil yang *feasible* dikarenakan kapasitas kendaraan yang terlalu kecil dengan jumlah permintaan yang relatif besar, oleh sebab itu peneliti mencoba menggunakan trip 3 dan mendapatkan hasil *feasible solution*.

Dari hasil perhitungan diatas maka didapatkan rekapitulasi untuk penugasan kunjungan ke toko pada semua frekuensi dengan jumlah trip 3 seperti dapat dilihat pada tabel 4.12 untuk kombinasi kunjungan pada frekuensi 2 dan 3, sedangkan untuk frekuensi 6 terdapat pada tabel 4.13.

Tabel 4.12 kombinasi hari kunjungan untuk masing-masing toko pada frekuensi 2 dan frekuensi 3

F=2						F=3					
Kunjungan	Toko	Demand	Kunjungan	Toko	Demand	Kunjungan	Toko	Demand	Kunjungan	Toko	Demand
Hari1,mobil1,trip1	T2,T10,T12	150	Hari4,mobil1,trip1	T2,T16,	105	Hari1,mobil1,trip1	T3,T7,T8,T10,	132	Hari4,mobil1,trip1	T1,T6,T16,T20	143
Hari1,mobil1,trip2	T16,T26,	105	Hari4,mobil1,trip2	T19,T26,	135	Hari1,mobil1,trip2	T5,T25,T26	150	Hari4,mobil1,trip2	T11,T19,T24	123
Hari1,mobil1,trip3	T19,T25,	135	Hari4,mobil1,trip3	T10,T12	100	Hari1,mobil1,trip3	T27,T29,	110	Hari4,mobil1,trip3	T15,T28,	73
Hari1,mobil2,trip1	T17,	80	Hari4,mobil2,trip1	T14,T17,	140	Hari1,mobil2,trip1	T18,	70	Hari4,mobil2,trip1	T14,T22,T23	140
Hari1,mobil2,trip2			Hari4,mobil2,trip2			Hari1,mobil2,trip2			Hari4,mobil2,trip2	T4,T12,T17,	119
Hari1,mobil2,trip3	T23,	60	Hari4,mobil2,trip3	T23,T25,	135	Hari1,mobil2,trip3			Hari4,mobil2,trip3	T2,T9,T13,T21	146
Hari2,mobil1,trip1	T9,T11,	100	Hari5,mobil1,trip1	T5,T9,T11	150	Hari2,mobil1,trip1	T1,T2,T20,T28	146	Hari5,mobil1,trip1	T3,T26,T27	133
Hari2,mobil1,trip2	T4,T5,T6	150	Hari5,mobil1,trip2	T4,T27	125	Hari2,mobil1,trip2	T4,T16,T19,T23	150	Hari5,mobil1,trip2	T25,T29	110
Hari2,mobil1,trip3	T18,	105	Hari5,mobil1,trip3	T20,T23	120	Hari2,mobil1,trip3	T9,T12,T14,	106	Hari5,mobil1,trip3	T18,	70
Hari2,mobil2,trip1	T20,T29	150	Hari5,mobil2,trip1	T22,	90	Hari2,mobil2,trip1	T13,T17,T24,	133	Hari5,mobil2,trip1		
Hari2,mobil2,trip2	T22,	90	Hari5,mobil2,trip2	T18,	105	Hari2,mobil2,trip2	T22,	60	Hari5,mobil2,trip2		
Hari2,mobil2,trip3	T24,T27,	150	Hari5,mobil2,trip3	T6,T29	140	Hari2,mobil2,trip3	T6,T11,T15,T21	149	Hari5,mobil2,trip3	T5,T7,T8,T10,	132
Hari3,mobil1,trip1	T8,T13,	95	Hari6,mobil1,trip1	T1,	50	Hari3,mobil1,trip1	T5,T25,T26	150	Hari6,mobil1,trip1	T6,T9,T11,T24	149
Hari3,mobil1,trip2	T3,T7,	100	Hari6,mobil1,trip2	T3,T28	110	Hari3,mobil1,trip2	T27,T29,	110	Hari6,mobil1,trip2	T4,T16,T19,T20	150
Hari3,mobil1,trip3	T21,T28	135	Hari6,mobil1,trip3	T8,	50	Hari3,mobil1,trip3	T18,	70	Hari6,mobil1,trip3	T12,T14,T15,	106
Hari3,mobil2,trip1			Hari6,mobil2,trip1			Hari3,mobil2,trip1			Hari6,mobil2,trip1	T13,T17,T22	143
Hari3,mobil2,trip2			Hari6,mobil2,trip2	T14,T21	135	Hari3,mobil2,trip2			Hari6,mobil2,trip2	T23,T28	80
Hari3,mobil2,trip3	T1,T15,	100	Hari6,mobil2,trip3	T7,T13,T15	145	Hari3,mobil2,trip3	T3,T7,T8,T10,	132	Hari6,mobil2,trip3	T1,T2,T21	116

Tabel 4.13 kombinasi hari kunjungan untuk masing-masing toko pada frekuensi 6

F=6					
Kunjungan	Toko	Demand	Kunjungan	Toko	Demand
Hari1,mobil1,trip1	T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10,T11,T28	148	Hari4,mobil1,trip1	T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10,T11,T12	144
Hari1,mobil1,trip2	T17,T22,T29	87	Hari4,mobil1,trip2	T17,T22,T29	87
Hari1,mobil1,trip3			Hari4,mobil1,trip3		
Hari1,mobil2,trip1	T12,T13,T18,	66	Hari4,mobil2,trip1	T13,T18,T28	70
Hari1,mobil2,trip2	T21,T23,T24,T25,T26,T27	145	Hari4,mobil2,trip2	T20,T21,T24,T25,T26,T27	145
Hari1,mobil2,trip3	T1,T2,T3,T14,T15,T16,T19,T20	142	Hari4,mobil2,trip3	T1,T2,T3,T14,T15,T16,T19,T23,	142
Hari2,mobil1,trip1	T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10,T11,T28	148	Hari5,mobil1,trip1	T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10,T11,T12	144
Hari2,mobil1,trip2	T17,T22,T29	87	Hari5,mobil1,trip2	T17,T22,T29	87
Hari2,mobil1,trip3			Hari5,mobil1,trip3		
Hari2,mobil2,trip1	T12,T13,T18,	66	Hari5,mobil2,trip1	T13,T18,T23,	70
Hari2,mobil2,trip2	T21,T23,T24,T25,T26,T27	145	Hari5,mobil2,trip2	T21,T24,T25,T26,TT27,T28	145
Hari2,mobil2,trip3	T1,T2,T3,T14,T15,T16,T19,T20	142	Hari5,mobil2,trip3	T1,T2,T3,T14,T15,T16,T19,T20	142
Hari3,mobil1,trip1	T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10,T11,T28	148	Hari6,mobil1,trip1	T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10,T11,T28	148
Hari3,mobil1,trip2	T22,T29	60	Hari6,mobil1,trip2	T17,T18,T22,T29	122
Hari3,mobil1,trip3			Hari6,mobil1,trip3		
Hari3,mobil2,trip1	T12,T13,T17,T18	93	Hari6,mobil2,trip1	T12,T13	31
Hari3,mobil2,trip2	T14,T21,T24,T25,T26,T27	145	Hari6,mobil2,trip2	T14,T21,T24,T25,T26,T27	145
Hari3,mobil2,trip3	T1,T2,T3,T15,T16,T19,T20,T23	142	Hari6,mobil2,trip3	T1,T2,T3,T15,T16,T19,T20,T23	142

Pada hasil penyelesaian lingo toko yang dikunjungi sudah digabungkan untuk semua toko yaitu sebanyak 29 toko sehingga matrik jaraknya tidak lagi seperti pada tabel 4.3 dan tabel 4.4 yang terbagi menjadi 2 cluster akan tetapi sudah digabungkan menjadi matrik 29x29. Untuk lebih jelas matrik baru yang terbentuk dapat dilihat pada tabel 4.15 dan 4.16 berikut ini:

Tabel 4.14 Matrik jarak distributor dan toko dan jarak antar toko (Km)

[illegible]

	D	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29
<b>T12</b>	3,96	5,21	1,84	3,37	1,81	1,92	2,38	2,15	0,48	1,52	2,3	11,4	0																	
<b>T13</b>	1,25	1,09	3,28	1,45	3,47	3,28	2	3,25	4,25	5,91	5,28	15,4	4,4	0																
<b>T14</b>	4,15	4,15	2,34	1,99	2,35	2,31	3,43	6,05	4,4	5,39	6,16	15,5	4,2	3,2	0															
<b>T15</b>	1,56	0,06	4,39	2,57	4,6	4,4	2,93	5,91	5,18	6,9	5,94	16,2	5,3	1,1	4,2	0														
<b>T16</b>	4,15	4,2	2,45	2,09	2,42	2,44	3,54	6,14	4,53	5,52	6,21	15,7	4,3	3,3	0,11	4,2	0													
<b>T17</b>	4,23	4,44	2,03	2,11	2,01	2,02	3,38	5,8	4,15	5,05	5,9	15,3	3,9	3,4	0,44	4,4	0,54	0												
<b>T18</b>	4,11	3,95	2,38	2,01	2,41	2,34	3,45	6,05	4,47	5,47	6,14	15,6	4,2	3,2	0,05	4,2	0,08	0,48	0											
<b>T19</b>	3,81	4,15	2,02	1,69	2,06	2,01	3,11	5,72	4,12	5,16	5,77	15,3	3,9	3	0,33	4	0,43	0,48	0,36	0										
<b>T20</b>	2,01	2,42	2,05	0,11	2,18	1,91	1,56	4,7	3,38	4,90	4,76	14,8	3,4	1,4	2,1	2,5	2,2	2,2	2,1	1,8	0									
<b>T21</b>	5,17	5,09	3,32	3,11	3,32	3,29	4,55	7,06	5,43	6,22	7,17	16,3	5,1	4,2	1,2	5,1	1	1,3	1,1	1,1	3,2	0								
<b>T22</b>	5,47	5	3,57	3,43	3,54	3,57	4,89	7,38	5,74	6,48	7,44	16,6	5,4	4,5	1,4	5,3	1,4	1,6	1,4	1,8	3,2	0,33	0							
<b>T23</b>	5,21	5,71	3,49	3,14	3,48	3,46	4,65	7,25	5,6	6,47	7,31	16,5	5,3	4,1	1,2	5	1,1	1,5	1,2	1,6	3,3	0,22	0,34	0						
<b>T24</b>	4,19	5,69	3,98	4,77	4,09	4	3,22	0,43	1,96	2,78	0,40	10,4	2,4	5,2	6,2	5,8	6,3	6	6,2	5,9	4,7	7,2	7,6	7,4	0					
<b>T25</b>	1,67	3,17	2,51	2,3	2,68	2,46	0,66	2,75	2,11	3,85	2,77	13	2,4	2,5	4,1	3,2	4,2	4	4,7	3,8	2,2	5,3	5,5	5,3	2,6	0				
<b>T26</b>	3,47	5,4	3,82	4,51	3,91	3,84	2,93	0,62	1,87	2,92	0,62	10,7	2,3	4,9	6	5,4	6,1	5,8	5,8	5,4	4,1	6,9	7,2	7	0,76	2	0			
<b>T27</b>	2,56	3,88	1,95	2,5	2,11	1,93	1,1	2,23	1,18	2,92	2,65	12,3	1,5	3,1	4	4	4	3,8	4	3,7	2,5	5	5,4	5,1	2,3	0,95	1,8	0		
<b>T28</b>	3,98	5,53	3,91	4,59	3,98	3,91	3,06	0,54	1,92	2,84	1,16	10,6	2,4	5	6,1	5,6	6,2	5,9	6,1	5,8	4,6	7,2	7,5	7,3	0,18	2,5	0,58	2,2	0	
<b>T29</b>	3,7	2,66	4,57	2,79	4,68	4,48	4,22	7,44	6,21	7,66	7,91	17,5	6,1	2,4	3	2,7	2,9	3,4	2,9	3	2,8	3,3	3,5	3,2	7,4	4,8	0,8	5,3	7,2	0

Setelah pembuatan matrik jarak dengan total semua toko serta diketahui kombinasi hari kunjungan untuk semua toko, maka tahap selanjutnya yaitu menentukan rute kunjungan dengan menggunakan algoritma *tabu search* dimana nantinya algoritma tersebut menggunakan metode *nearest neighbour* sebagai solusi awal yang mempertimbangkan jarak yang paling dekat untuk mendapatkan rute dengan jarak minimum. Tahap pertama yang harus dilakukan adalah menentukan toko mana yang jaraknya paling dekat dengan distributor untuk ditempatkan pada awal kunjungan berdasarkan matrik jarak pada tabel 4.14, kemudian dilanjutkan dengan mencari toko selanjutnya dengan jarak paling dekat dengan toko sebelumnya untuk mencari rute toko yang akan dilalui selanjutnya dan seterusnya. Contoh menentukan rute pada frekuensi 2 hari senin dengan menggunakan mobil 1 dan trip ke 1, pertama melihat jarak antara T6, T7, dan T9 dengan distributor kemudian memilih toko mana yang jaraknya paling dekat dengan distributor dengan melihat matrik jarak pada tabel 4.14, dari matrik tersebut didapatkan T6 merupakan jarak yang paling dekat dengan distributor sehingga menjadi toko pertama yang akan dikunjungi, selanjutnya dari T6 yang jaraknya paling dekat dengan T6 adalah T7 sehingga dari T6 kemudian ke T7 dan dilanjutkan dengan T9 untuk toko terakhir dan akan kembali ke distributor, sehingga rute yang terbentuk adalah D-T6-T7-T9-D. Hasil dari penentuan solusi awal menggunakan *Nearest Neighbour* selanjutnya akan digunakan untuk tahap-tahap penyelesaian Algoritma *Tabu Search*. Berikut hasil yang didapatkan dengan metode *Nearest Neighbour* dapat dilihat pada tabel 4.15 sampai dengan 4.17:

Tabel 4.15 Hasil Penentuan Rute dengan Metode *Nearest Neighbour* pada Frekuensi 2 dalam Satu Minggu

[illegible]

Tabel 4.16 Hasil Penentuan Rute dengan Metode *Nearest Neighbour* pada Frekuensi 3 dalam Satu Minggu

[illegible]



Tabel 4.17 Hasil Penentuan Rute dengan Metode *Nearest Neighbour* pada Frekuensi 6 dalam Satu Minggu

Fi=6				
Kunjungan	Toko	Rute	Demand	Jarak
Hari1,mobil1,trip1	T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10,T11,T28	D-T11-T9-T8-T7-T10-T28-T6-T5-T4-D	148	25,45
Hari1,mobil1,trip2	T17,T22,T29	D-T29-T17-T22-D	87	14,2
Hari1,mobil1,trip3				
Hari1,mobil2,trip1	T12,T13,T18,	D-T13-T18-T12-D	66	11,29
Hari1,mobil2,trip2	T21,T23,T24,T25,T26,T27	D-T25-T27-T26-T24-T21-T23-D	145	17,85
Hari1,mobil2,trip3	T1,T2,T3,T14,T15,T16,T19,T20	D-T1-T15-T20-T19-T14-T3-T2-T16-D	142	18,24
Hari2,mobil1,trip1	T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10,T11,T28	D-T11-T9-T8-T7-T10-T28-T6-T5-T4-D	148	25,45
Hari2,mobil1,trip2	T17,T22,T29	D-T29-T17-T22-D	87	14,2
Hari2,mobil1,trip3				
Hari2,mobil2,trip1	T12,T13,T18,	D-T13-T18-T12-D	66	11,29
Hari2,mobil2,trip2	T21,T23,T24,T25,T26,T27	D-T25-T27-T26-T24-T21-T23-D	145	17,85
Hari2,mobil2,trip3	T1,T2,T3,T14,T15,T16,T19,T20	D-T1-T15-T20-T19-T14-T3-T2-T16-D	142	18,24314
Hari3,mobil1,trip1	T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10,T11,T28	D-T11-T9-T8-T7-T10-T28-T6-T5-T4-D	148	25,45
Hari3,mobil1,trip2	T22,T29	D-T29-T22-D	60	12,68
Hari3,mobil1,trip3				
Hari3,mobil2,trip1	T12,T13,T17,T18	D-T13-T18-T17-T12-D	93	11,94
Hari3,mobil2,trip2	T14,T21,T24,T25,T26,T27	D-T25-T27-T26-T24-T14-T21-D	145	17,72
Hari3,mobil2,trip3	T1,T2,T3,T15,T16,T19,T20,T23	D-T1-T15-T20-T3-T19-T16-T23-T2-D	142	14,37

Kunjungan	Toko		Demand	Jarak
Hari4,mobil1,trip1	T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10,T11,T12	D-T6-T5-T4-T12-T8-T7-T10-T9-T11-D	144	22,33
Hari4,mobil1,trip2	T17,T22,T29	D-T29-T17-T22-D	87	14,2
Hari4,mobil1,trip3				
Hari4,mobil2,trip1	T13,T18,T28	D-T13-T18-T28-D	70	14,48
Hari4,mobil2,trip2	T20,T21,T24,T25,T26,T27	D-T25-T27-T26-T24-T20-T21	145	18,30
Hari4,mobil2,trip3	T1,T2,T3,T14,T15,T16,T19,T23,	D-T1-T15-T16-T14-T19-T23-T3-T2-D	142	16,40
Hari5,mobil1,trip1	T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10,T11,T12	D-T6-T5-T4-T12-T8-T7-T10-T9-T11-D	144	22,33
Hari5,mobil1,trip2	T17,T22,T29	D-T29-T17-T22-D	87	14,2
Hari5,mobil1,trip3				
Hari5,mobil2,trip1	T13,T18,T23,	D-T13-T18-T23-D	70	10,82
Hari5,mobil2,trip2	T21,T24,T25,T26,T27,T28	D-T25-T27-T26-T28-T24-T21-D	145	17,59
Hari5,mobil2,trip3	T1,T2,T3,T14,T15,T16,T19,T20	D-T1-T15-T20-T19-T14-T3-T2-T16-D	142	18,24314
Hari6,mobil1,trip1	T4,T5,T6,T7,T8,T9,T10,T11,T28	D-T11-T9-T8-T7-T10-T28-T6-T5-T4-D	148	25,45
Hari6,mobil1,trip2	T17,T18,T22,T29	D-T29-T18-T17-T22-D	122	13,85
Hari6,mobil1,trip3				
Hari6,mobil2,trip1	T12,T13	D-T13-T12-D	31	9,57
Hari6,mobil2,trip2	T14,T21,T24,T25,T26,T27	D-T25-T27-T26-T24-T14-T21-D	145	17,72
Hari6,mobil2,trip3	T1,T2,T3,T15,T16,T19,T20,T23	D-T1-T15-T20-T3-T19-T16-T23-T2-D	142	14,37
Total Jarak dalam Satu Minggu (Km)				506,09

Dari hasil diatas maka langkah selanjutnya yaitu masuk kedalam proses perbaikan rute dengan menggunakan *Tabu Search* dimana hasil dari penentuan rute dengan menggunakan *Nearest Neighbour* akan digunakan sebagai solusi awal dalam proses pengerjaan dengan *Tabu Search*. Berikut diberikan contoh untuk tahapan *tabu search* pada frekuensi 2 yang mengacu pada (Musafi dan Sulistiono,2015):

1. Menentukan solusi awal

Dalam penelitian ini tahap penentuan solusi awal yang didapatkan dari hasil *nearest neighbour* yang terdapat pada tabel 4.15 pada frekuensi 2 hari ke 6 dengan menggunakan kendaraan 2 trip ke 3 dimana didapatkan solusi awalnya adalah D-T13-T15-T7-D dengan total jarak sebesar 12,62 Km.

2. Menentukan Solusi *Neighborhood*

Setelah diperoleh hasil pada langkah 1, langkah selanjutnya yaitu masuk ke iterasi 1 yaitu penentuan solusi *neighborhood*. Pada tahap ini node yang akan ditukar dihasilkan dari metode *exchange* sehingga diperoleh solusi *Neighborhood* terbaik. Dimana metode *exchange* sendiri adalah penukaran tempat diantara 2 node. Berikut contoh pengerjannya :

Tabel 4.18 Solusi Neighbourhood

Iterasi 1			
<i>Exchange</i>		Solusi <i>Neighbourhood</i>	Jarak (Km)
T15	T13	D-T15-T13-T7-D	10,27
T7	T13	D-T7-T15-T13-D	12,62

3. Dari hasil iterasi 1 didapatkan solusi terbaik yaitu pada penukaran node T15 dan T13 dengan jarak 10,27 Km, maka T15 dan T13 masuk kedalam *Tabu List* untuk selanjutnya dimasukkan ke iterasi 2 sehingga tidak akan digunakan pada iterasi selanjutnya.

Tabel 4.19 *Tabu List* pada iterasi 2

<i>Tabu List</i>			
<i>Exchange</i>		T15	T13
Iterasi 2			
<i>Exchange</i>		<i>Solusi Neighbourhood</i>	Jarak (Km)
T13	T15	D-T13-T15-T7-D	12,62
T7	T15	D-T7-T13-T15-D	10,27

Dari hasil diatas, terdapat jarak yang sama dengan iterasi yaitu 10,27 Km, namun node yang ditukarkan berbeda sehingga peneliti akan melanjutkan proses penukaran node ke iterasi 3 dan memasukkan node T7 dan T15 kedalam daftar *Tabu List* seperti pada tabel berikut :

Tabel 4.20 *Tabu List* pada iterasi 3

<i>Tabu List</i>			
<i>Exchange</i>		T15	T13
<i>Exchange</i>		T7	T15
Iterasi 3			
<i>Exchange</i>		<i>Solusi Neighbourhood</i>	Jarak (Km)
T13	T7	D-T13-T7-T15-D	11,97
T15	T7	D-T15-T7-T13-D	11,97

Dalam iterasi 3 sudah tidak didapatkan jarak yang lebih kecil dari iterasi 2, maka solusi optimal pada contoh ini terdapat pada iterasi 2 yang mempunyai total jarak terkecil sebesar 10,27 Km dengan rute D-T7-T13-T15-D.

4. Proses Algoritma *Tabu Search* diulang kembali mulai dari langkah 2 dan akan berhenti ketika kriteria pemberhentian terpenuhi.

Solusi optimal yang didapatkan dengan menggunakan algoritma *Tabu Search* kemudian direpresentasikan sesuai frekuensi, hari, kendaraan dan trip yang telah ditetapkan sebelumnya. sehingga diperoleh solusi seperti pada tabel 4.21 sampai tabel 4.23.

Tabel 4.21 Penentuan Rute Kunjungan dengan Frekuensi 2

[illegible]

Tabel 4.22 Penentuan Rute Kunjungan dengan Frekuensi 3

[illegible]



Dari tabel 4.21 sampai dengan tabel 4.23 didapatkan jarak dengan total 282,99 Km pada frekuensi 2 merupakan jarak yang paling minimum diantara frekuensi 3 dan frekuensi 6. Sehingga rute yang terpilih adalah rute pada frekuensi 2 dan selanjutnya adalah perhitungan biaya transportasi yang nantinya akan dibandingkan dengan rute awal perusahaan.

#### **4.5 Penentuan Total Biaya Distribusi Usulan yang Dihasilkan dari Solusi Penentuan Rute Kunjungan**

Setelah diketahui kombinasi hari kunjungan serta rute kunjungan yang paling minimum, maka tahap selanjutnya adalah menghitung biaya distribusi yang dikeluarkan perusahaan dalam satu minggu yang terdiri dari biaya perawatan, biaya pajak kendaraan, biaya kir, biaya bahan bakar dan biaya tenaga kerja seperti berikut :

##### **1. Biaya Perawatan**

Biaya yang harus dikeluarkan untuk perawatan mobil suzuki pickup untuk mengangkut LPG 3 Kg :

= total perawatan dalam 1 tahun x biaya per sekali perawatan

= 4 x Rp 200.000 = Rp 800.000/tahun = Rp 16.700/minggu

Total biaya 2 kendaraan = Rp16.700 x 2 = Rp 33.400/minggu.

Biaya perawatan diata meliputi biaya penggantian pelumas mesin, pemeriksaan accu, air pendingin, baut pengikat pompa, baut kopling dan lain-lain. Dengan adanya perawatan untuk kendaraan maka kendaraan akan selalu dalam keadaan baik sehingga kemungkinan kecil akan terjadi hal-hal yang tidak diinginkan.

##### **2. Biaya Pajak**

Biaya pajak yang harus dibayar untuk suzuki pick up sebesar Rp 653.000 untuk masing-masing kendaraan sehingga perhitungannya :

Biaya Pajak = Biaya pajak dalam satu tahun : 48 minggu

= Rp 653.000 : 48 minggu

= Rp 13.700/ minggu x 2 kendaraan = Rp 27.400/minggu



### 3. Biaya Kir

Biaya kir yang harus dikeluarkan oleh perusahaan berdasarkan tarif pada wilayah malang sebesar Rp 60.500 per 6 bulan. Sehingga biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan :

$$\text{Biaya Kir} = \text{Rp } 60.500 \times 2 = \text{Rp } 121.000 / \text{tahun} = \text{Rp } 2.600 / \text{minggu}$$

$$\text{Total biaya untuk 2 kendaraan} = \text{Rp } 2.600 / \text{minggu} \times 2 = \text{Rp } 5.200 / \text{minggu}$$

### 4. Biaya Bahan Bakar

Energi yang dikeluarkan oleh semua kendaraan didapatkan

$$\begin{aligned} &= \text{Total jarak (km)} \times \frac{1(l)}{5(km)} \\ &= 282,99 \text{ km} \times \frac{1(l)}{5(km)} = 56,59 \text{ liter} \end{aligned}$$

Dari hasil diatas maka dapat diketahui bahwa energi yang dikeluarkan oleh kendaraan dalam satu minggu menurun dari yang awalnya 75,92 menjadi 56,59, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan biaya bahan bakar yang harus dikeluarkan oleh perusahaan :

$$\begin{aligned} &= \text{Total jarak (km)} \times \frac{1(l)}{5(km)} \times \frac{(\text{Rp } 7.600)}{(l)} \\ &= 282,99 \text{ km} \times \frac{1(l)}{5(km)} \times \frac{(\text{Rp } 7.600)}{(l)} \\ &= \text{Rp } 430.144,8 / \text{minggu} \end{aligned}$$

Total biaya bahan bakar keseluruhan yang harus dikeluarkan perusahaan sebesar Rp 430.144,8/minggu.

### 5. Perhitungan biaya tenaga kerja didapatkan dari perkalian antara jumlah tenaga kerja dengan jumlah hari kerja per minggu dikalikan dengan biaya tenaga kerja per minggu, sehingga diperoleh perhitungannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} &= \text{Jumlah tenaga kerja} \times \text{hari kerja/minggu} \times \text{biaya tenaga kerja/minggu} \\ &= 4 \times 6 \times \text{Rp } 95.0000 \\ &= \text{Rp } 2.280.000 / \text{minggu} \end{aligned}$$

Dari semua perhitungan diatas, maka didapatkan total biaya distribusi usulan adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Biaya perawatan} + \text{Biaya pajak} + \text{Biaya kir} + \text{Biaya bahan bakar} + \text{Biaya} \\ &\quad \text{tenaga kerja} + \text{Biaya lain-lain} \\ &= \text{Rp } 33.400/\text{minggu} + \text{Rp } 27.400/\text{minggu} + \text{Rp } 2.600/\text{minggu} + \text{Rp } \\ &\quad 430.144,8/\text{minggu} + \text{Rp } 2.280.000 / \text{minggu} + \text{Rp } 180.000/\text{minggu} \\ &= \text{Rp } 2.953.544,8/\text{minggu}. \end{aligned}$$

